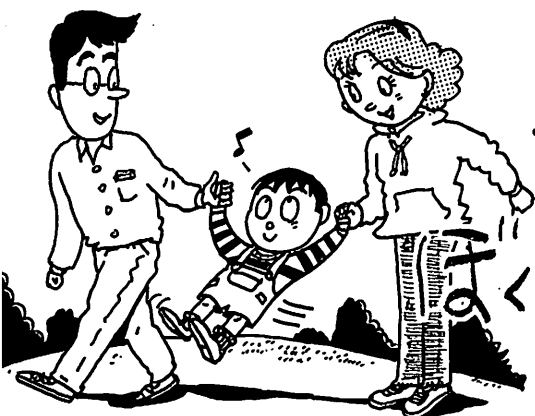




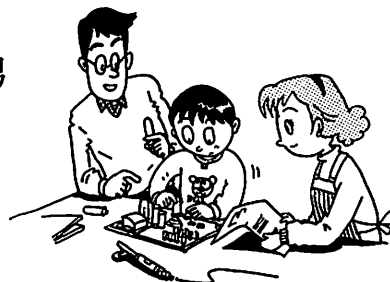
小中学生とそのファミリーの楽しい工作

はくらの電気の散歩道

JA1AMH 高田 継男

第12回

トランジスタ1石で作る AM中波放送局



春うらら、電気の散歩道にも花咲き鳥うたうよい季節になりました。今月はトランジスタ1石で作る微弱なAM送信機*を作ります。そして、電波の誕生と変調の研究をしてみましょう。

電波のみなもと発振器

アマチュア局の送信機やトランシーバはもちろん、大電力の放送局であっても、電波を作るおおもとは発振器です。ここで発振させた信号が搬送波(キャリア)になりますが、この段階ではワイヤレスマイクの電波より小さいパワーしかありません。これを希望の周波数になるように通倍したり、周波数変換(二つの電波を混合させて別の周波数の電波を作る)し、増幅をして希望の周波数の電力を作り出します。この電波を電鍵を使って断続(ON/OFF)すると、電信(CW)送信機になります。

電波型式的にいう電話の場合は、このままでは無変調キャリアだけです。変調器を付けて音声電波にのせます。搬送波をトラックと考えて、荷物を音声に例えるとわかりやすいと思います。

変調方式にはいろいろありますが、電話の場合にはAM(振幅変調)とFM(周波数変調)、それにSSB(単側波帯変調)があります。今回は、AMについて研究をしましょう。FMについては、以前にFMのワイヤレスマイクのところで少し勉強しました。SSB波については、その回路構成がむずかしいので次の機会にゆずります。

では、1石の発振器を作り、それにAM変調回路をつけて実験しましょう。

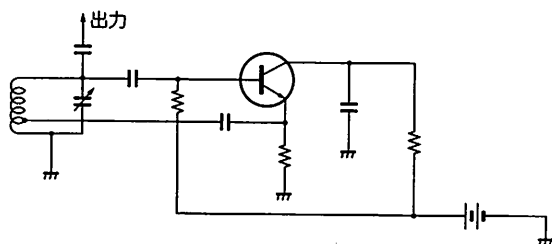
発振器の種類(高周波の発振器)

発振器としてよく用いられるものは、大まかに分けて次の3タイプです。

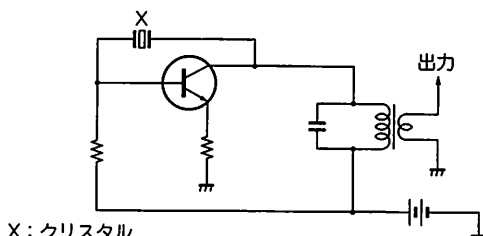
①自動発振器

LC発振器とも呼ばれ、コイルとコンデンサの共振回路にトランジスタを組み合わせた発振器です。コン

図1 代表的な水晶発振回路の例



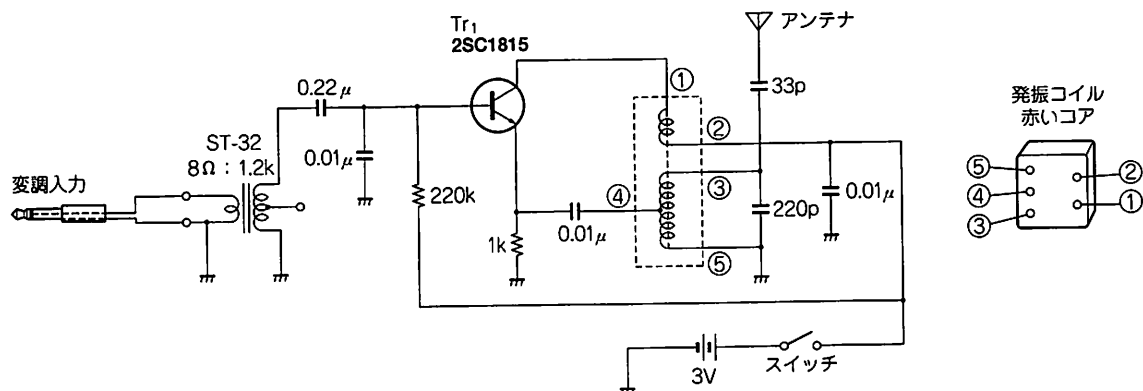
(a) 自動(LC)発振回路例(ハートレー回路)



X: クリスタル

(b) 水晶発振回路例(ピアースCB回路)

図2 ベース変調方式の1石AM送信機



デンサにバリコンを使うと、広い範囲を連続的に発振出力が得られます[図1(a)]。この回路と部品を選んで、発振周波数の安定度を高めたものをVFOと呼びます。

②水晶発振器

水晶発振子(クリスタル)とトランジスタの組み合わせで、その水晶片が持つ固有の周波数で発振します[図1(b)]。LC発振器に比べて、安定度が格段にすぐれています。放送局や周波数が決まっている業務用無線局では、この水晶発振器が用いられます。かつては、アマチュア用としても使用されました。水晶発振でありながら、少し周波数を変化できるように工夫したVXO回路は、自作派の間で人気があり今でも活用されています。

③PLLその他

PLLは、LC発振回路を使いながら、水晶発振器なみの高安定度を得るため、専用のICを組み合わせてコントロールする回路です。そのほかに、マイコンで周波数コントロールをする方式もありますが、初心者の自作には複雑なため向いていないようです。

1石発振器と変調回路

図2が、今回作る発振器です。中波のAMワイヤレスマイクとして利用できるように、発振コイルに6石のトランジスタラジオの発振(局部発振)コイルを使いました。電源には、3V(1.5V単3を2本)を供給します。本格的な送信機は、この後に緩衝増幅器(バッファ)と電力増幅器(パワーアンプ)をつけますが、今回は、無免許で実験できる微弱送信機ですから欲張らないことにします。

送信周波数は、 L_1 と C_1 の値で決まります。 C_1 に最大620pFのバリコンを使うと、520kHz~2000kHz(2MHz)ほどをカバーします。しかし、ラジオではあ

りませんから、周波数の上または下のほうの放送電波のないところに合わせます。

周波数が低いほうのときは、 C_1 を220pFとすると530kHz前後、 C_1 を22pFとすると1600kHz前後となり、周波数の微調整は L_1 のコア(鉄心)の出し入れで行います。

AMの変調器は、マイクとその出力を増幅する低周波アンプの回路ですが、今回の実験はテープレコーダーやラジオのイヤホンジャックからその音声出力をもらって変調実験をするため、変調トランスにST-32(または同等品)を使いました。

図2は、変調器の出力をトランジスタのベースに加える方式なので、ベース変調と呼びます。同様に、コレクタ回路に変調器の出力を加える方式は、コレクタ変調といいます。図3のようになります。簡単な変更で、AMの二つの変調方式の実験ができます。本機でのAM変調の波形は、図4のようになります。

制作しよう

必要なパーツは、表1のとおりです。組み立ては、本格的にはプリント基板を作るとよいのですが、定数

図3 コレクタ変調方式のAM送信機

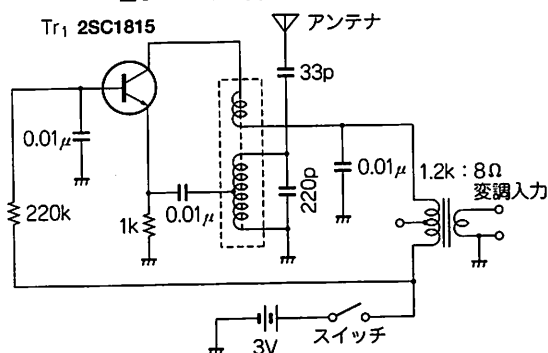


図4 AMの変調波のようす

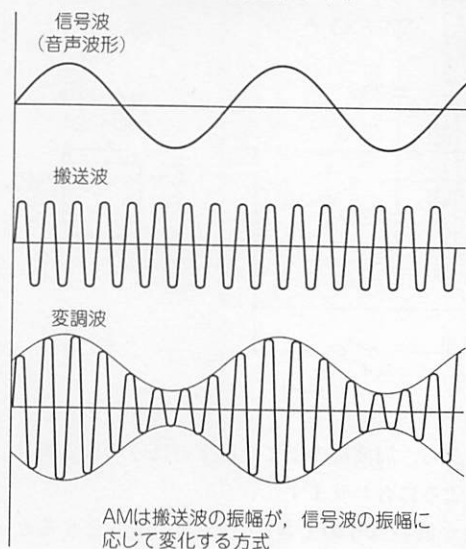


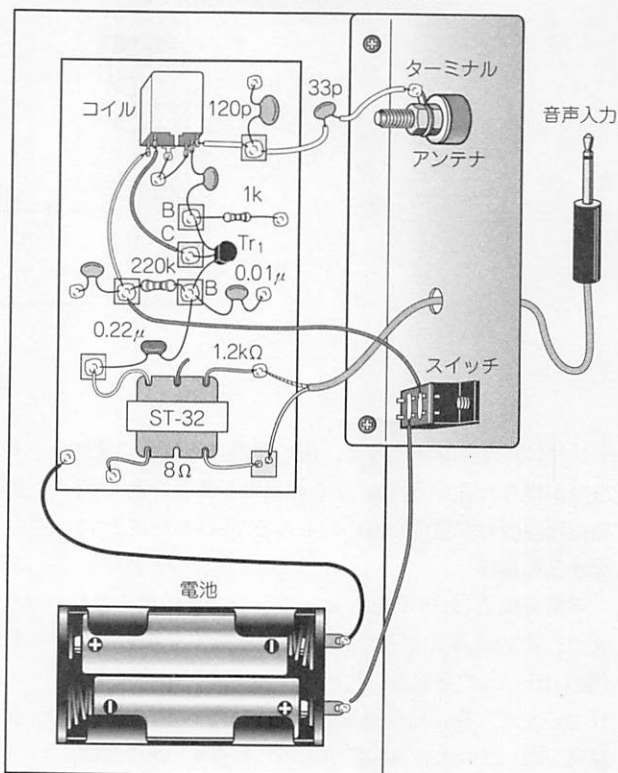
表1 本機に必要なパーツ

品名	規格	数	備考
トランジスタ	2SC1815	1	同等品
コイル	スーパー局 発振コイル	1	赤色コア
トランス	ST-32	1	1.2k : 8Ω 同等品
コンデンサ	セラミック 220pF	1	
〃	〃 33pF	1	
〃	〃 0.01	3	表示 103
〃	フィルム 0.1	1	またはセラミック 表示 104
抵抗	1kΩ	1	
〃	220kΩ	1	
基板	生基板	1	ベーク板に銅箔を 貼ったもの
電池 ホルダー	2本用	1	UM-3
電池	単3型	2	UM-3
ターミナル		1	
スイッチ	スライド型	1	トグル型でもよい
配線用		少々	
パネル	アルミ板	1	
木台	ハガキ大	1	
シールド線		50cm	

を変えてみたり、変調トランスの持続を変更してテストがしやすいようにしました。生のプリント基板に、同じ基板を5mm角くらいに切ったものを両面接着テープで必要とところに貼りつけた、簡易方式としました。

普通の茶色のベーク基板は、切断するとき少し熱を加える(ヘアドライヤーなどで温めると、金切りバサミや花バサミで切りやすくなります。冷えた状態で無理に切ろうとすると、基板が割れてしまいます。

図5 1石AM送信機の実体配線



回路は簡単ですが、ケース入りの発振コイルの脚の間がせまいので、ショートしないように手際よく配線します(図5)。基板自体は木台の上に貼りつけました。

調整とテスト

配線が完了したら、全体をもう一度よく点検して、間違いがなければ1~2mのアンテナ(ビニール被覆線)をつけて、電池をセットしスイッチONにします。

発振しているかどうかは、図6のRFチェッカーをアンテナ端子にタッチさせてメーターが振ればOKです。これがなくても、ラジオを530kHz付近にして本機に近づけると、かなり強力に電波が受かります。ラジカセか別のラジオで音声を変調トランスに与えると、その音がラジオから聞こえてくるでしょう。もし音質が悪くひずんだ音だったら、ラジカセのボリュームをしぼります。あまりしぼると変調が浅く、音量が小さくなります。深い変調で、よく聞こえるところを探します。

どうですか、AMの卓上放送局はアンテナが1mくらいだと、サービスエリアは半径2mくらいであり、4~5mくらいにすると、一部屋くらいがサービスエリアになるくらいの“超ミニ放送局”です。

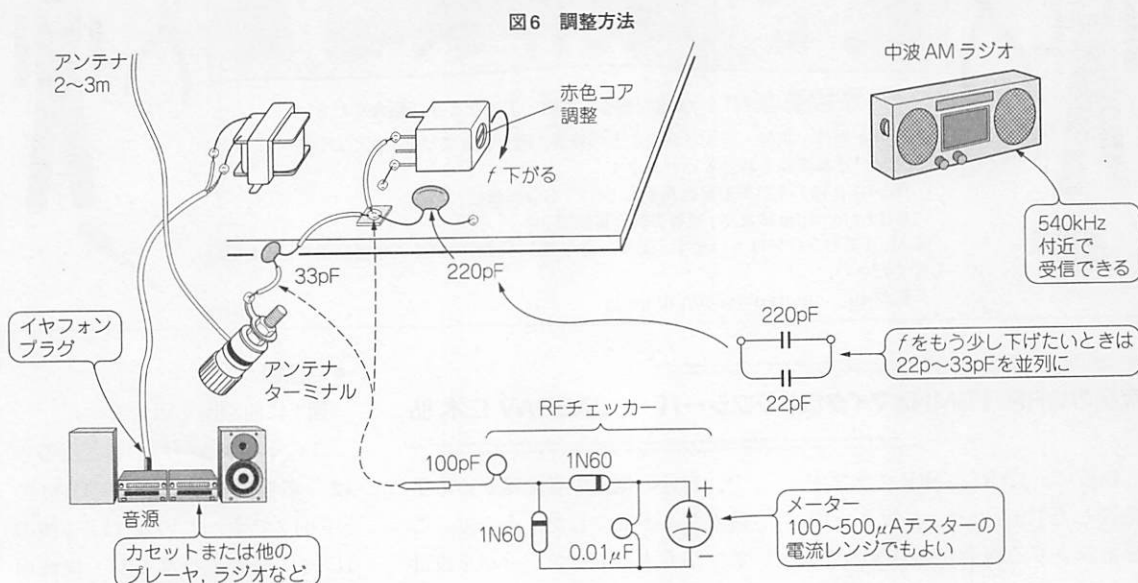
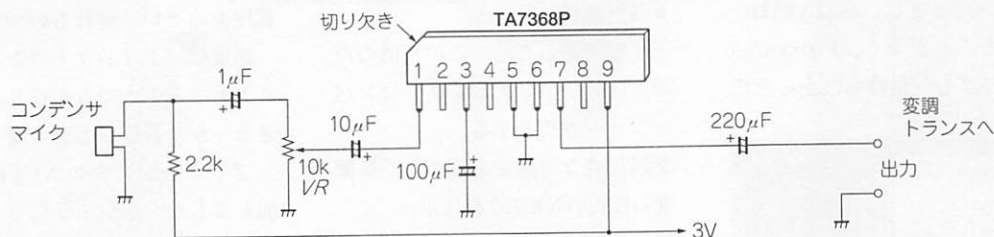


図7 AM送信機に直接コンデンサマイクを接続する方法



こうして完成した放送局は、AMの中波ラジオを作った際、鉄筋鉄骨構造の部屋などで放送波が受からない場所で電波を必要とするときの信号源として便利です。

音声放送のときは、一般的なICのLM386(電源4.5~6V)、またはTA7368P(電源3V)とコンデンサマイクを使用して、変調トランスに加えればOKです(図7)。

いずれも変調出力をあまり上げないで、よい音質で聞こえるレベル合わせるのがコツです。

※

本機のグレードアップの方法などは、鈴木憲次氏の『ラジオ&ワイアレス回路の設計・製作』(CQ出版社)に、AMトランスミッターの製作として詳しく触れられていますので、とても参考になります。

完成したAM中波送信機

